



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE
MÉXICO



FACULTAD DE ODONTOLOGÍA

ESTUDIO DE LA FUERZA DE ADHESIÓN, DE
SISTEMAS DE CEMENTACIÓN DE AUTOGRABADO
Y GRABADO TOTAL, SOBRE RESTAURACIONES A
BASE DE RESINA.

T E S I N A

QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE

C I R U J A N O D E N T I S T A

P R E S E N T A:

DAVID ZAVALA RATTIA

TUTOR: Mtro. JORGE GUERRERO IBARRA



Universidad Nacional
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

Biblioteca Central



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE
MÉXICO



FACULTAD DE ODONTOLOGÍA

ESTUDIO DE LA FUERZA DE ADHESIÓN, DE
SISTEMAS DE CEMENTACIÓN DE AUTOGRABADO
Y GRABADO TOTAL, SOBRE RESTAURACIONES A
BASE DE RESINA.

T E S I N A

QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE

C I R U J A N O D E N T I S T A

P R E S E N T A:

DAVID ZAVALA RATTIA

TUTOR: Mtro. JORGE GUERRERO IBARRA

AGRADECIMIENTOS:

A Dios, por brindarme salud y fortaleza para estar hoy aquí, permitiéndome alcanzar esto que algún día fue solo un gran sueño y así cumplir una meta más.

A la Universidad Nacional Autónoma De México, por permitirme vivir el sueño de ser parte de la máxima casa de estudios, coincidiendo con grandes personas a su paso, como profesores, compañeros y amigos, brindándome muchos conocimientos y experiencias de vida, las cuales me han hecho crecer académicamente pero sobre todo personalmente.

A mi tutor el Mtro. Jorge Guerrero Ibarra, por brindarme su tiempo y conocimientos para hacer posible este trabajo, pero sobre todo por permitirme conocer a un gran ser humano y transmitirme su gran pasión por la investigación.

Al Esp. Jaime Alberto González Orea por hacerme creer en mí, por motivarme día a día para concluir este trabajo y por sus enseñanzas que me permitieron llegar a El Día D hoy.

A mi amigo el Q.F.B Aldo Victoria Jurado por estar pendiente durante la realización de este trabajo, brindándome conocimientos y apoyo en todo momento.

A cada profesor que tuve desde el inicio de mi formación hasta hoy en día, por aportarme valores, enseñanzas y conocimientos que me han permitido llegar hasta aquí.

A todos gracias...

Dedicatorias:

A mi mamá, por estar conmigo en todo momento y ayudarme a salir adelante cuando más me sentía derrotado, por amarme tanto, porque siempre creíste y tuviste fe en mí, aún cuando muchas veces ni yo la tenía en mí mismo, porque uno siempre tiene a alguien en los buenos momentos, pero cuando más abajo estaba, siempre tenía una mano que me levantaba y esa siempre fuiste tú mamá, esto es nuestro, te admiro y amo.

A mi papa, porque si hoy estoy aquí, es por todo el cariño, valores, apoyo y comprensión que me has inculcado desde pequeño, porque admiro y agradezco tu esfuerzo y dedicación para ofrecerme siempre lo necesario para superarme, porque jamás recibí un “No” de tu parte y de la manera que sea siempre tenía tu apoyo, porque eres parte fundamental para lograr esto, y porque eres y serás por siempre mi padre, mi héroe y mi amigo incondicional. Te quiero papá.

A mi novia Katherine, porque sin importar la distancia siempre estuviste conmigo amándome y apoyándome para hacer esto posible, por llegar a mi vida y mostrarme que las casualidades no existen, que todo tiene un porqué, porque me motivas a dar lo mejor de mí y me haces pensar que coincidir contigo ha sido lo más bonito que me pudo pasar.

A mi segunda mamá Corina, por cuidarme desde pequeño y siempre estar pendiente de mí y de mi bienestar, fuiste parte fundamental de mi educación y sé que ahora junto con mi abuelo, desde algún lado me siguen cuidando y guiando mi camino, gracias por todo, los extraño.

A mi familia, porque todos y cada uno de ustedes han puesto su granito de arena para formar la persona que soy ahora, sin ustedes nada de esto sería posible.

A mis amigos, porque siempre hay tiempo para todo y ustedes han hecho esta parte de mi vida aún más feliz, con ustedes eh pasado momentos inolvidables en todos estos años, gracias por su apoyo, cariño y por creer en mí.

*“Procura ser tan grande que todos quieran alcanzarte
y tan humilde que todos quieran estar contigo”*

Paulo Coelho

INDICE

I. INTRODUCCIÓN.	6
II. ANTECEDENTES HISTÓRICOS.	7
1. Agentes Adhesivos.	7
1.1 La Capa Híbrida.	9
1.2 Los primeros acuosos.	9
1.3 Adhesión dentinaria en la actualidad	10
2. Adhesión:	11
2.1 Factores que influyen sobre la adhesión:	13
2.2 Adhesivos Dentinarios	14
2.3 Composición de los adhesivos dentinarios	15
3. Clasificación de Los sistemas adhesivos	17
3.1 Clasificación cronológica	18
4. Ficha técnica de materiales sujetos en el estudio	23
III. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA:	25
IV. JUSTIFICACIÓN:	26
V. OBJETIVOS:	27

VI. HIPÓTESIS:	28
VII. METODOLOGÍA	29
VIII. UNIVERSO DE TRABAJO.	32
IX. MÉTODO.	33
X. RESULTADOS	41
XI. CONCLUSIONES.	42
XII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.	43



I. INTRODUCCIÓN.

La utilización de sistemas de adhesión, ha sido una de las aportaciones científicas que más cambios de criterio y de comportamiento ha generado en la manera de enfocar los tratamientos odontológicos conservadores.

Estos cambios afectan tanto a los materiales utilizados como a las preparaciones de los dientes y han permitido optimizar los tratamientos evitando el desprendimiento del material, mejorando el sellado marginal, y han contribuido además, a preservar mayor cantidad de tejido dental sano, que en ocasiones debía sacrificarse para conseguir la retención mecánica. La utilización de sistemas adhesivos proporciona así una nueva interacción entre el material restaurador y el tejido dental lo que permite considerar que, tanto desde el punto de vista biológico como funcional, ambas partes (restauración y diente) se comporten como una unidad.

Todas las investigaciones que se han realizado a través del tiempo, se han hecho por el surgimiento de nuevas necesidades como simplificar las técnicas de manipulación y aumentar las propiedades físicas y mecánicas de los adhesivos, brindando mejores oportunidades de éxito en las restauraciones. De la misma manera ha surgido la inquietud por comprobar la eficacia de dichos materiales, llevando a los científicos a realizar distintos tipos de pruebas a diversos adhesivos generacionales. Una de estas pruebas es la fuerza de adhesión, la cual se ha valorado a diferentes superficies dentales, sin embargo, pocos estudios han valorado la fuerza de adhesión que existe hacia la restauración, esa inquietud es la que llevó a realizar este estudio, con la finalidad de brindar a la comunidad odontológica nuevos conocimientos y experiencias aprendidas.



II. ANTECEDENTES HISTÓRICOS.

1. Agentes Adhesivos.

El surgimiento y desarrollo de los sistemas adhesivos modificaron completamente la práctica de la Odontología. Tal revolución no sólo alteró los conceptos de preparación cavitaria, sino también permitió la mayor preservación de la estructura dentaria remanente sana, siendo éste el adelanto más significativo del uso de este material. (1)

El desarrollo de los agentes adhesivos inició en los años 50, cuando Hagger lanzó al mercado uno llamado Sevitrón Cavitseal. Este producto con base en el ácido glicerofosfórico dimetacrilato, tuvo éxito logrando adhesión entre una resina de curado químico y las paredes cavitarias, sin embargo, esta unión era muy inestable. (2,3)

En 1955 Buonocore relató que la resina autopolimerizable de metacrilato de metilo podía ser unida duraderamente al esmalte de incisivos humanos. Aunque la resina acrílica no fuese adhesiva, ella podía ser unida al esmalte después de que éste haya sido acondicionado químicamente. El ácido fosfórico era el agente de elección, siendo aplicado a la superficie del esmalte por 30 segundos, en una concentración del 85%, ésta producía retenciones micromecánicas, transformando área lisa del esmalte en superficie irregular; aumentando la energía superficial y facilitando la penetración de resinas sin relleno. (4,5)

El descubrimiento del grabado ácido dio inicio a la generación de nuevos materiales adhesivos más efectivos y a nuevas técnicas de grabado en esmalte y dentina.



Al hallazgo de Buonocore, en 1963 se sumó Bowen conocido como el padre de las resinas compuestas, con la obtención de una matriz orgánica capaz de adherirse al diente grabado con ácido. Dicha "matriz de Bowen" es el bisfenol-glicidil-metacrilato (Bis-GMA).cuya formulación contempla dentro de la molécula la presencia de tres zonas, una central que le confiere la rigidez a la resina, dos áreas a lo largo de la cadena, que le proporcionan la viscosidad y unos extremos que le permiten establecer una reacción de polimerización, para conseguir la reticulación de dicho polímero.

En 1965, Bowen propone el primer adhesivo dentinario comercial, con una molécula, el NPG-GMA (Nfenilglicina- glicidil Metacrilato) que tenía carácter bifuncional, de forma que el extremo del metacrilato se uniría a la resina compuesta como material restaurador y el otro extremo se uniría a la dentina. Este adhesivo se comercializó con el nombre de *Cervident* de la casa comercial S:S: White. Los resultados clínicos a los 3 años mostraban un considerable 50% de fallos y más de la mitad de éstos tenían lugar en los primeros 6 meses de tratamiento. Las causas de los fallos se atribuyen a las pobres propiedades de humectancia, cristalizando mucho tiempo después, lo que reduce la superficie disponible para la unión con la resina compuesta. (6,7)

En 1978, se comercializa el primer adhesivo dentinario a base de fosfatos llamado, *Clearfil Bond System* de Morita Kuraray, que contenía un monómero hidrófobo, el metacriloxietil- fenil-hidrógenofosfato, junto con un metacrilato hidrosoluble, HEMA (Hidroxietilmetacrilato) e incorporando activadores químicos, por lo que se presentó como un sistema de dos componentes. Su mecanismo de unión se basaba en la interacción entre los fosfatos, calcio de la dentina y calcio del esmalte sin grabar. La capacidad de adhesión era todavía muy pobre debido a la poca capacidad de humectar la dentina, y se situaba alrededor de los 3 MPa,



valores que mejoraron cuando fue utilizado junto a una técnica de grabado ácido del esmalte, también el de la dentina (grabado total). (8)

1.1 La Capa Híbrida.

Uno de los pasos más importantes que ha dado la adhesión dentinaria y que ha marcado la operatoria, ha sido el descubrimiento por Nakabayashi en 1982 de la "**Capa Híbrida**" concepto que justifica la hibridación de la resina del adhesivo entre la dentina, de forma que la resina se sitúa entre las redes de colágeno, impregnándose entre ellas y a su vez es capaz de introducirse en los túbulos dentinarios parcialmente desmineralizados, con la cual obtendremos la unión necesaria para la conservación de la restauración en la cavidad. (9)

1.2 Los primeros acuosos.

En la década de los 90, con la intención de utilizar adhesivos dentinarios más hidrofílicos, por seguir las características de la dentina, y así mejorar la capacidad de unión, aparecen los adhesivos dentinarios basados en imprimadores acuosos. Estos constan de un acondicionador de dentina y esmalte (EDTA, Ác. Nítrico y polixidina) que limpia la interfase dental y usualmente retiran el barrillo dentinario. Casi siempre son lavados después de aplicar el acondicionador.

También constan del "Imprimador Acuoso" propiamente dicho, que humedece la superficie de la dentina, incrementa la permeabilidad del barrillo dentinario, proveen retención micromecánica de la superficie dentinaria y provee de unión química, lo que mejora el potencial de interacción química entre el barrillo alterado y la superficie de la dentina. El adhesivo, como resina hidrofóbica sería el tercer elemento. La capacidad de unión de éstos, estaba alrededor de los 10-12 MPa. (10)



1.3 Adhesión dentinaria en la actualidad

La capacidad de unión a las estructuras dentales en la actualidad, es clínicamente aceptable y los sistemas adhesivos se han desarrollado para lograr la simplificación de la técnica con el objeto de minimizar errores y evitar pasos clínicos que los originen, lo que ha dado pie a huir de las clasificaciones basadas en los cambios generacionales y fundamentar la clasificación según su forma de Uso. Así podemos hablar de adhesivos dentinarios de un de dos o tres pasos clínicos.

En este último caso, el primer paso sería el acondicionamiento o grabado del diente, el segundo la imprimación con la resina hidrófila y el tercero la impregnación con la resina adhesiva. Estos dos últimos pasos, pueden simplificarse en uno solo, de forma que tras el grabado, impregnaríamos la superficie del diente lavada y secada postgrabado, con una solución que lleva resinas hidrófilas e hidrófobas.

Van Meerbeek describe en la actualidad, tres grandes grupos de materiales para conseguir la adhesión al diente. Primero, aquellos adhesivos dentinarios que realizan un grabado total del esmalte y la dentina. Segundo, adhesivos denominados autograbantes, de modo que consiguen el acondicionado o grabado, junto con la imprimación. En tercer lugar los ionómeros de vidrio que poseen capacidad adhesiva.

Los adhesivos dentinarios con grabado total realizan su función en tres pasos:

- ácido para grabar
- imprimador
- adhesivo



O en dos pasos:

- ácido para grabar
- imprimación y adhesivo.

La otra vía para conseguir una adhesión dentinaria eficaz, sería mediante el uso de adhesivos autograbantes, que supone el uso de monómeros ácidos que no se lavan, acondicionan e impriman la dentina y el esmalte. Se suelen presentar en dos frascos. La capacidad de grabado de estos materiales, hacen que se puedan clasificar en adhesivos autograbantes suaves y autograbantes fuertes.

Los ionómeros de vidrio presentan una composición química diferente a los anteriores adhesivos" ya que se unen al diente por un proceso de quelación con el calcio, son cementos que son capaces de unirse al diente y al composite, liberan flúor, poseen una capacidad de unión parecida a la de los adhesivos autograbantes suaves, altamente compatibles con las estructuras vivas y con materiales entre sí. (11)

2. Adhesión:

El término *adhesión* deriva del latín *adhesion* o *adhaesionis*, que significa unir o pegar una cosa por otra.

La Sociedad Americana de Materiales define la adhesión desde dos puntos de vista, como fenómeno y como material. Como fenómeno, se trata del estado en que dos superficies se mantienen unidas por fuerzas interfaciales, como material, se define como una sustancia capaz de mantener materiales juntos mediante la unión superficial. (12)

A pesar de que el término adhesión puede resultar confuso, porque su significado se interpreta de manera diferente según el ámbito de utilización, de manera amplia se puede definir adhesión como la



propiedad de la materia por la cual dos sustancias o sustratos, de naturaleza similar o diferente, se mantienen unidos sin separarse cuando se ponen en contacto entre sí. (13)

Esta unión se consigue y se mantiene básicamente a través de dos tipos de mecanismos:

a) Mecánico o físico: Este mecanismo de adhesión también se conoce como sistema de traba mecánica, y se logra a través de los efectos geométricos y estructurales entre los sustratos adherentes. Es el más elemental de los sistemas y la traba puede lograrse a nivel macroscópico o microscópico según la magnitud de las irregularidades creadas en las superficies de contacto.

b) Específico o Químico: Se consigue mediante la atracción de los átomos y/o moléculas entre dos o más sustratos, a través de enlaces iónicos, covalentes y enlaces secundarios como podrían ser las fuerzas de Van der Waals, las fuerzas polares, los puentes de hidrógeno, la quelación o las fuerzas de dispersión.

En Odontología suele utilizarse con relativa frecuencia el término adhesión para hacer referencia a uniones de tipo mecánico, que utilizan solamente micro-retención, sin que exista ninguna interacción química entre los sustratos. Sin embargo solo los mecanismos microscópicos y específicos pueden asegurar la integración estructural entre el diente y el material restaurador y conseguir así todos los objetivos esperados de una perfecta adhesión, que pueden resumirse en:

- Evitar el desprendimiento del material
- Conseguir un sellado marginal que evite filtración de sustancias y microorganismos (microfiltración)



- Asegurar un comportamiento mecánico entre ambos sustratos como si se tratase de una unidad estructural.

2.1 Factores que influyen sobre la adhesión:

Las características de los sustratos que van a unirse influyen en gran medida en el resultado final de adhesión. García Barbero y cols., (14) analizan las siguientes propiedades físicas, que consideran determinantes para conseguir buenos resultados en la adhesión:

1. Tensión superficial y energía superficial. Los átomos constituyentes de un cuerpo poseen fuerzas electrostáticas de atracción entre sí. Este fenómeno hace que en el interior del sustrato exista una compensación de fuerzas, mientras que los átomos de la superficie solo mantienen sus fuerzas de atracción en el lado que contactan con otros átomos, esta energía no contrarrestada en la porción superficial, se denomina tensión superficial o energía superficial, según se trate de líquidos o sólidos.

En gran parte de los sistemas de adhesión se utilizan líquidos para crear interfases en la unión entre sólidos. También en odontología los adhesivos dentinarios son líquidos que ponen en relación dos sustratos sólidos: el diente y el material restaurador.

Para que haya adhesión entre un líquido y un sólido debe haber un íntimo contacto entre las dos superficies, y para ello, la tensión superficial del líquido debe ser menor que la energía superficial del sólido. (15)

2. Humectancia. Es la capacidad de un líquido para mojar un sólido. Depende directamente de las energías superficiales de cada uno de los sustratos, ya que la tensión superficial tiende a mantener el líquido en forma de gota, mientras que la energía superficial del sólido tiende a que se extienda. La humectancia se valora



midiendo el ángulo de contacto que forma la tangente a la gota con la superficie del sólido. Cuanto mayor es este ángulo, menos extendida está la gota y, por tanto, menor es la humectancia. (16)

3. Capilaridad. Fenómeno que se observa al contactar un líquido con un tubo de pequeño diámetro, que tiende a introducirse por él; también está directamente relacionado con la tensión superficial. Cuanto más baja sea ésta, mayor será la tendencia a introducirse por el capilar. (17)

Otros autores (18) consideran además la viscosidad y la temperatura como factores que influirán en los ya mencionados. La viscosidad condiciona la fluidez del material:(19) Una baja viscosidad permite una mejor fluidez y adaptación del material. La temperatura disminuye la viscosidad y aumenta la tensión superficial.

2.2 Adhesivos Dentinarios

Todos estos materiales son de naturaleza distinta a la estructura dental en la que deben adherirse y por ello se han utilizado una serie de sustancias fluidas que mejoran las propiedades de ambos sustratos y favorecen la unión entre ellos. Estos compuestos, se agrupan bajo el nombre genérico de adhesivos dentinarios o sistemas de adhesión y se componen básicamente de resina fluida sin material de relleno.(20)

La adhesión no es una propiedad intrínseca de los sistemas adhesivos, sino la respuesta a un ensamblaje de cargas moleculares, que en Odontología se conocen como fuerza de adhesión. El adhesivo se interpone entre el diente y el material restaurador y provoca dos interfases: una con el diente (entre la superficie de dentina y/o esmalte y el propio adhesivo) y otra con el material restaurador (entre el adhesivo y la Resina Compuesta y/o Metal y/o Cerámica).



La resina que va a adherirse a las estructuras dentarias tiene que tener una tensión superficial y unas características de humectancia, capilaridad y fluidez que favorezcan esa unión. Para unirse a la dentina, donde el contenido de agua es elevado, deberán tener una cierta afinidad por el agua y ser por tanto, en lo posible, hidrofílicas. No hay que olvidar que estas resinas fluidas deberán unirse también a las resinas compuestas, y que por lo tanto, sus características deberán permitir de igual manera esa unión.

2.3 Composición de los adhesivos dentinarios

A pesar de que existen múltiples fabricantes de sistemas adhesivos, en el momento actual, están básicamente constituidos por los siguientes elementos. ⁽¹⁴⁾

1. Acondicionador de dentina. Es un tipo de ácido similar al que se usa también para grabar el esmalte. El más utilizado es el ácido ortofosfórico a concentraciones que pueden oscilar entre el 30 y el 37%. También se emplean otros, como el ácido cítrico o el ácido maléico. Algunos adhesivos llevan el ácido mezclado con la resina y, en este caso, los ácidos empleados son el nítrico o el salicílico.
2. Resina hidrofílica. Las más utilizadas son el HEMA (hidroxietilmetacrilato), y el 4-META (4-metacriloxietil trimetílico anhídrido) y el PMDM (P- dimetacrilato pirometílico ácido). Hay otras moléculas que utiliza cada fabricante.
3. Resina hidrofóbica. Es una resina convencional, sin relleno, similar a la que se utilizaba desde siempre en la técnica de grabado de esmalte. Está compuesta por resina Bis-GMA y/o UDMA (dimetacrilato de uretano). Algunos adhesivos, con la intención de simplificar la técnica clínica, mezclan la resina hidrofóbica con la hidrofílica en un solo componente.
4. Solventes. Para facilitar su difusión por el entramado de colágeno las resinas van disueltas en un transportador. Los dos más empleados son el alcohol etílico y la acetona, si bien la tendencia



actual es la de usar el agua para dicho fin. Ambos facilitan la penetración de la resina en un medio húmedo como es la dentina y se eliminan con facilidad (condición trascendental para el uso clínico).

5. Fotoiniciadores. Existe un gran número de agentes fotosensibles. El más común de estos agentes utilizados es la Camforquinona (CQ), aunque últimamente algunos fabricantes, han utilizado otro tipo de fotoiniciadores como: PPD (1-fenil-1,2-propandiona), TPO o Irgacure, porque tienen un rango menor en su fotoactivación (400-450 nm), de generalmente 410 nm.

Este interés de los fabricantes en buscar otro tipo de fotoiniciador para sustituir la Camforquinona, se da principalmente en los productos que requieren mucha estética y es debido a que la Camforquinona puede dejar un tono amarillo en el material, aún después de haber reaccionado completamente.

Existen ciertos factores que son críticos para poder obtener una adecuada profundidad de curado en los materiales a base de resina, siendo de especial consideración, la concentración del iniciador, la capacidad de absorción de luz para su excitación a cierta longitud de onda, la intensidad de la luz a la longitud de onda de absorción del iniciador. Además de considerar también, la presencia de una absorción competitiva de luz y de una aceptable dispersión de la luz en la composición de la matriz, que minimice la pérdida de luz y que permita su completa transmisión, aún a pesar de la presencia de pigmentos, colorantes, materiales de relleno y los productos derivados (bioproductos) propios de la reacción del iniciador.

Las características que pueden favorecer en el curado completo de una resina compuesta fotopolimerizable, son: ·



- Un iniciador con mínima, pero suficiente absorción de luz proveniente de la fuente de luz en una apropiada longitud de onda.
 - Alta intensidad en la luz.
 - Mínima concentración del iniciador.
 - Mínima absorción competitiva de luz o baja dispersión de esta por la presencia de los rellenos, pigmentos o productos derivados.
 - Un iniciador que “blanquea” a la exposición de la luz.
6. Catalizadores. Algunos adhesivos incorporan un catalizador como TBB (Tributil Borano) necesario para alguna de las reacciones químicas que se van a poner en marcha.
7. Relleno inorgánico. Con la idea de fortalecer la interfase y de compensar la contracción de polimerización, algunos adhesivos incorporan pequeñas cantidades de microrelleno, que por lo general es vidrio o sílice coloidal.

3. Clasificación de Los sistemas adhesivos

Van Meerbeek y colaboradores, en 1998, propusieron una clasificación de los sistemas adhesivos basada en el modo de interacción con el sustrato, contemplando también el número de pasos clínicos requeridos para su aplicación:

1. Adhesivos de un solo paso (adhesivos que modifican el barrillo dentinario).

2. Adhesivos de dos pasos,
 - a) adhesivos que modifican el barrillo dentinario,
 - b) adhesivos que disuelven el barrillodentinario,



c) adhesivos que eliminan el barrillo dentinario.

3. Adhesivos de tres pasos (adhesivos que eliminan el barrillo dentinario).

De igual manera, se propuso una clasificación basada en la estrategia de adhesión, en la cual tres mecanismos de adhesión están en uso actualmente con los sistemas adhesivos modernos:

- 1) adhesivos de grabado y lavado.
- 2) adhesivos autograbadores.
- 3) adhesivos de ionómeros de vidrio e ionómeros de vidrio modificados con resina.

Sin embargo, la clasificación de los sistemas adhesivos contemporáneos más comúnmente utilizada es la que se basa en el tratamiento dado a la dentina y la cronología de aparición de estos materiales en el mercado, separándolos en generaciones, esta clasificación fue propuesta por Kugel y colaboradores. ⁽²¹⁾

3.1 Clasificación cronológica

Primera generación:

Estos fueron los primeros adhesivos que aparecieron en el mercado en el año 1951 con el adhesivo Sevriton (ácido glicerofosfórico-dimetacrilato) que no era estable en medio húmedo. El primer adhesivo comercial fue el Carvident, de la casa SS White que buscaba la quelación con el calcio superficial buscando así una unión química con el tejido dentario. Con ellos se lograron resistencias de 1-3 MPa. Eran adhesivos utilizados para pequeñas restauraciones clase III y clase V, siendo las cavidades similares a las utilizadas para amalgama. Frecuentemente se observaba sensibilidad postoperatoria con su uso.



Las principales características de estos adhesivos dentinarios son que no trataban la dentina con ácidos, vale decir, no eliminaban la capa de barro dentinario, y que estaban constituidos por resinas hidrofóbicas que se veían en gran medida afectadas por inmersión de agua. (22, 23)

Segunda generación:

Estos adhesivos intentaron usar el barro dentinario como superficie de unión. La mayoría de estos materiales fueron ésteres halofosforosos de resina sin relleno tales como Bis-GMA (Bisfenol A Glicidil dimetacrilato) o HEMA (hidroxietil metacrilato). La adhesión a la estructura mineralizada de la pieza dentaria ocurría a través de una reacción iónica entre los grupos fosfatos que tienen carga negativa y el calcio que posee carga positiva. Posteriormente se evidenció que la humedad hidrolizaba esta unión, motivo por el cual los valores de resistencia logrados con estos adhesivos sólo eran del orden de 6 a 10 MPa. Las fuerzas de unión en este rango son consideradas demasiado débiles para neutralizar la contracción de polimerización de la resina compuesta.

Su mayor problema es que tuvieron un bajo rendimiento clínico debido a que se unían mayormente a la capa de barro dentinario que a la dentina subyacente. En consecuencia, sus fuerzas de unión estaban limitadas por la fuerza cohesiva de la capa de barro dentinario o a la dentina subyacente. (22, 23)



Tercera generación:

Con el concepto de grabado ácido total se desarrolló un acondicionador dentinario en conjunto con el agente de unión, estos son los adhesivos de tercera generación, que eliminaban o modificaban la capa de barro dentinario superficial logrando la penetración de la resina hacia la dentina, buscando unión micromecánica en vez de química.

Estos adhesivos dentinarios fueron generalmente más efectivos que sus predecesores en la reducción de la microfiltración en los márgenes diente-restauración, aunque ellos no pueden eliminar completamente la microfiltración marginal. Ellos introdujeron el uso de un sistema de dos componentes: imprimador y adhesivo. Lograron mayor humectabilidad y adhesión a dentina con valores de resistencia entre los 10 y 18 MPa, existiendo disminución de la sensibilidad postoperatoria en restauraciones oclusales posteriores y pese a la necesidad de cavidades retentivas las cuales necesitaban diseños menos retentivos que aquellos necesarios para los adhesivos anteriores. Sus principales características son que eliminan la capa de barro dentinario y que se componen de resinas hidrofílicas. (22)

Cuarta generación:

Son los llamados adhesivos universales, ya que se unen a esmalte, dentina, amalgama, metal y cerámica. Su principal característica es la formación de la llamada capa híbrida, que se basa en la impregnación y difusión de la resina de enlace en la dentina descalcificada, la que polimeriza en forma interdigitada con la malla de colágeno. Propios de esta generación de adhesivos son los conceptos de grabado total y adhesión sobre dentina húmeda. Estos adhesivos pueden ser autopolimerizables, fotopolimerizables y con los dos sistemas de activación.



Presentan una alta adhesión, dando valores de resistencia adhesiva del orden de 16 a 23 MPa, y presentan una baja sensibilidad postoperatoria ⁽²³⁾

Quinta generación:

Esta generación permitió simplificar el procedimiento clínico de aplicación del sistema adhesivo, reduciendo relativamente el tiempo de trabajo. En la década de 1990, esta generación inicia el “sistema de un frasco”, combinando el imprimador y

el adhesivo dentro de una solución aplicada después del grabado de esmalte y dentina con ácido fosfórico al 35-37% por 15 a 20s, permitiendo la formación de las interdigitaciones de resina y de la capa híbrida, creando una retención micromecánica de la resina al sustrato desmineralizado, lo cual demostró valores de resistencia de unión tanto a esmalte como a dentina de aproximadamente 29 MPa. ⁽²⁴⁾

Sexta generación:

La constante evolución de los sistemas adhesivos enfocada hacia la simplificación de los procedimientos clínicos, tiempos de trabajo y sensibilidad de la técnica operatoria favoreció el desarrollo a mediados de la década de los 90” de los sistemas adhesivos de sexta generación o sistemas autograbadores, estos permitieron eliminar el paso del grabado ácido, realizando el grabado simultáneo del sustrato dentario y su acondicionamiento para recibir el adhesivo, empleando imprimadores autograbadores y mezclas de adhesivos con imprimadores, generando retención micromecánica en los tejidos duros, permitiendo la unión directamente sobre el lodo dentinario que cubre la dentina. Este nuevo sistema se diferencia de los adhesivos de grabado y lavado en varios aspectos como su pH inicial, el tipo de monómeros acídicos, el número de



frascos, y pasos, la concentración de agua y solventes e hidrofiliidad de la capa de unión.

Se reportan valores de resistencia de unión de aproximadamente 26 MPa, para los autograbadores de dos pasos. (25)

Séptima generación:

Los sistemas adhesivos de séptima generación son adhesivos autograbadores de un frasco y un solo paso, en los cuales la técnica ha sido simplificada al máximo permitiendo mantener en una solución los componentes de monómeros acídicos hidrofílicos, solventes orgánicos y agua, indispensables para la activación del proceso de desmineralización de la dentina y el funcionamiento del sistema. Los solventes como acetona o alcohol son mantenidos en la solución, pero al ser

dispensados se inicia la evaporación de los solventes, la cual dispara la reacción de la fase de separación, la formación de múltiples gotas de agua y la inhibición por el oxígeno, disminuye su grado de conversión, lo cual favorece la degradación hidrolítica, afectando la capacidad de unión en la interfase adhesiva. Se reportan valores de resistencia de unión de aproximadamente 20 MPa.

Este sistema tampoco es compatible con los cementos de resina de autocurado.

En contraste con las ventajas de la simplificación del procedimiento, disminución de la sensibilidad de la técnica, desmineralización e infiltración simultánea de la

resina, disminución en el tiempo de trabajo y sensibilidad posoperatoria, los resultados en cuanto a la resistencia de unión y nanofiltración ponen en duda la efectividad clínica de los sistemas adhesivos de séptima generación, debido a su inestabilidad en el tiempo.

(24)



4. Ficha técnica de materiales sujetos en el estudio

Micro composite de nueva generación fotopolimerizable / atemperable SR Adoro de Ivoclar Vivadent

- Composite de blindaje fotopolimerizable y con atemperamiento por calor.
- Posee un efecto opalescente natural y elevada translucidez.
- Brillo y color similar al diente natural.
- Ofrece una mejor resistencia frente a la pérdida de brillo, a las pigmentaciones y a la formación de placa para restauraciones altamente estéticas.
- Abrasión similar a la del esmalte natural.
- Amplio campo de aplicaciones:
 - Blindaje de prótesis y restauraciones con estructura metálica.
 - Blindaje de restauraciones parciales removibles con implantes.
- Inlays / Onlays / Carillas y Coronas anteriores.



Cemento de resina de polimerización dual Paracore de Coltene

- Cemento de composite de polimerización dual reforzado con vidrio.
- Óptimas propiedades de manejo gracias a su consistencia, cremosa, suave y que no gotea.
- Alta radio opacidad que permite su identificación rápida en radiografías.
- Disponible en tres colores y dos tiempos de trabajo según lo requerido.
- Se puede utilizar como material 3 en 1, para cementación de pernos, reconstrucción de muñones y cementación de coronas y puentes.
- Para cementación de inlays y onlays.
- Para cementaciones metálicas, cerámicas y composites.
- Buenas propiedades mecánicas





Resina Fluida Auto-Adherente Dyad Flow De Kerr

- Resina auto-adherente que no requiere de un protocolo de adhesión por separado.
- Alta fuerza adhesiva a dentina y esmalte.
- Fácil manejo ya que tiene la propiedad de no escurrir y crea una viscosidad ideal
- Como base en restauraciones grandes clase I y clase II pequeñas cavidades clase I y clase II reparación de porcelana y sellador de fosetas y fisuras.
- Alta radio opacidad que permite su identificación rápida en radiografías.
- Reduce la probabilidad de sensibilidad post operatoria ya que tiene características similares a los materiales auto levantes
- Buenas propiedades mecánicas





III. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA:

En general los materiales dentales no son ni un esbozo de lo que eran hace unas cuantas décadas, pero una mención aparte merecen los sistemas de adhesión dental, los cuales han evolucionado sustancialmente para alcanzar las mejores propiedades físicas y químicas.

Los investigadores se han dado a la tarea de valorar, la fuerza de adhesión que tienen diversos sistemas de cementación, de distintos sistemas generacionales, a superficies como esmalte o dentina, sin embargo, en la actualidad, no hay estudio independiente que muestre la fuerza de adhesión que ejercen dichos sistemas de cementación, hacia la superficie de la restauración y así recomendarlo para aplicaciones clínicas.

Por lo tanto se plantea la siguiente pregunta de investigación,

¿Tendrá la misma fuerza adhesiva un sistema de cementación que simplifica pasos, que uno que es de grabado total?



IV. JUSTIFICACIÓN:

La adhesión es aquel mecanismo que mantiene dos sustratos diferentes unidos, sin que se separen, gracias a esto, el crecimiento de la Odontología adhesiva ha sido solo posible por el desarrollo de adhesivos dentales eficaces, de rápida y fácil aplicación, química nueva y mejorada, y baja sensibilidad post-operatoria.

La tendencia del uso actual de los adhesivos se dirige hacia la simplificación de las técnicas de aplicación comparada con los adhesivos iniciales, la fuerza de adhesión es uno de los requisitos más importantes que se busca en los sistemas de cementación, por lo que con el presente estudio, se pretende comprobar la repercusión que tiene la incorporación de monómeros ácidos de los sistemas de autograbado, en la fuerza adhesiva de los sistemas de cementación, sobre restauraciones elaboradas a base de resina.



V. OBJETIVOS:

1. Objetivo general:

Determinar la fuerza de adhesión de dos sistemas de cementación a restauraciones a base de resina.

2. Objetivos específicos:

- Valorar la fuerza de adhesión, que tiene el sistema de cementación de grabado total Paracore, de la casa comercial Coltene, sobre restauraciones de SR-Adoro.

- Valorar la fuerza de adhesión, que tiene la resina fluida de autograbado Dyad Flow, de la casa comercial Kerr, sobre restauraciones de SR-Adoro.

- Comparar los resultados obtenidos de la fuerza de adhesión, entre un sistema de cementación de grabado total (Paracore) y una resina fluida de autograbado (Dyad Flow).



VI. HIPÓTESIS:

El cemento de resina Paracore tendrá mayor fuerza de adhesión que la resina fluida auto-adherente Dyad flow.

Hipótesis nula:

El cemento de resina Paracore tendrá menor fuerza de adhesión que la resina fluida auto-adherente Dyad flow.



VII. METODOLOGÍA

Tipo de estudio: experimental

Criterios de inclusión

Muestra de SR Adoro con resina Paracore

Muestra de SR Adoro con resina Dyad Flow

Criterios de exclusión

Todas las muestras que no se ajusten a los criterios de inclusión.

Variables

A) Dependiente

-Fuerza de adhesión.

B) Independientes

-Distancia de la punta emisora a la resina.

-Distancia de la punta emisora al cemento.

-Potencia que emite la lámpara de fotocurado.

-Tiempo de polimerización.

-Sustratos ajenos a la superficie.

-Composición de los adhesivos.



MATERIAL:

- Micro composite fotopolimerizable / atemperable SR Adoro de la casa comercial Ivoclar Vivadent
- Cemento de resina de polimerización dual Paracore de la casa comercial Coltene
- Resina fluida Auto-Adherente Dyad Flow De la casa comercial Kerr
- Puntas mezcladoras de cemento de coltene
- Acrílico nictone
- Papel abrasivo de grano 600
- Aditamento para moldes de acrílico de Ultradent Products Inc.
- Molde de teflón para cemento
- Anillo de pvc para acrílico
- Molde de acero inoxidable ajustable para discos de resina adoro

INSTRUMENTAL:

- Espatulas para resina Hu-friedy
- Lentes protectores de fotopolimerización.



EQUIPO:

- Lámpara de polimerización Targis Quick de ivoclar vivadent (adecuada para la polimerización intermedia del material SR Adoro).
- Aparato de polimerización Lumamat 100 de ivoclar vivadent
- Lámpara de polimerización Bluephase C8 de ivoclar vivadent.
- Pulidor metalográfico
- Horno de temperatura controlada marca Felisa
- Máquina universal de pruebas mecánicas marca INSTRON modelo 5567
- Vernier digital Mitutoyo



VIII. UNIVERSO DE TRABAJO.

Se realizaron 20 muestras circulares de 10mm de diámetro por 2mm de grosor, divididas en dos grupos, 10 para cada una.

Grupo A 10 muestras cementadas con paracore

Grupo B 10 muestras cementadas con dyad flow

IX. MÉTODO.

En primer lugar se eligió el composite de micro relleno fotopolimerizable y con atemperamiento por calor, SR-ADORO DEEP DENTIN 140. (Fig. 1)



Fig.1 Sr Adoro Deep Dentin 140

En un molde de acero inoxidable de 10mm de diámetro se ajustó a una profundidad de 2mm (Fig. 2) en la cual posteriormente se empaclaría la resina Adoro con ayuda de una espátula de ivoclar vivadent de acero inoxidable. (Fig. 3)



Fig. 2 Molde de acero inoxidable ajustable



Fig. 3 Espátula de acero inoxidable

Ya empacada la resina SR Adoro en el molde de acero inoxidable, se sometió a una prepolimerización intermedia durante 20 segundos con la lámpara de polimerización Targis Quick de Ivoclar Vivadent. (Fig. 4) obteniendo el disco de resina.



Fig. 4 Prepolimerización durante 20 seg.

Se colocó en la muestra obtenida un gel de enmascaramiento a base de glicerina (*SR Gel*) que es impermeable al oxígeno. (Fig. 5) Se elaboraron 20 muestras con la misma metodología.



Fig. 5 SR Gel

Las 20 muestras de la resina *Adoro* fueron puestas en una rejilla (parte del equipo lumamat 100) (Fig. 6) antes de pasar al aparato de polimerización Lumamat 100 de Ivoclar Vivadent.



Fig. 6 Colocación de resina adoro en rejilla

La rejilla con las muestras se llevan al Aparato de polimerización Lumamat 100 de Ivoclar Vivadent. (Fig 7 y 8)



Fig. 7 Lumamat 100

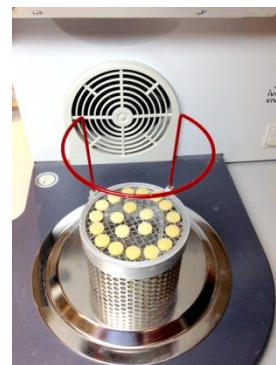


Fig.8 Muestras de Adoro dentro de lumamat 100

Posteriormente se colocó digitalmente el programa P3 (Programa de atemperamiento para el material SR Adoro (luz / calor), si se polimeriza / atempera la restauración sin modelo de yeso.) el cual nos registra un tiempo de 25 min para su completa polimerización. (Fig. 9, 10 y 11)



Fig. 9 Programa P3 para restauraciones sin modelo de yeso



Fig. 10 Vista externa durante la polimerización.

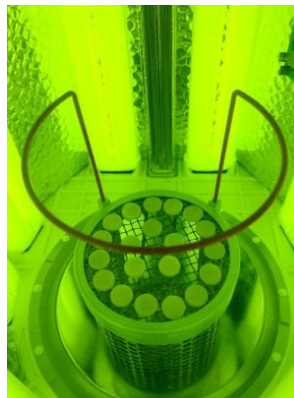


Fig. 11 Vista interna durante la polimerización

Las muestras de Adoro ya polimerizadas se preparan para la prueba de fuerza de adhesión colocando cada una de las muestras en el centro del anillo de pvc sobre una loseta de vidrio y se vertió el acrílico hasta al menos 5mm de grosor, dejando descubierta la cara de la muestra de resina. (Fig.12)



Fig. 12

Después de retirar las muestras ya con el acrílico se llevó al pulidor metalográfico descubriendo y paralelizando la muestra con grano 600. (Fig. 13)



Fig. 13 Pulido de la superficie en pulidor metalográfico.

Cada una de las muestras se colocaron en el aditamento de Ultradent Products Inc. con el molde de teflón para cemento sobre la cara de la resina y se fijó con los tornillos de los extremos. (Fig. 14)

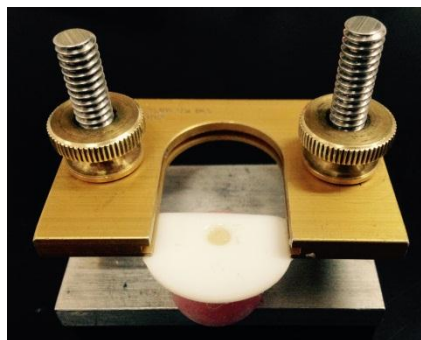


Fig.14 Colocación de la muestra en aditamento Ultradent

Una vez fija la muestra se procedió a colocar el cemento según las indicaciones del fabricante, en este caso el cemento Paracore se colocó con punta mezcladora y se fotopolimerizó por 30 seg. (Fig. 15 y 16) Se realizó el mismo procedimiento hasta completar las 10 muestras.

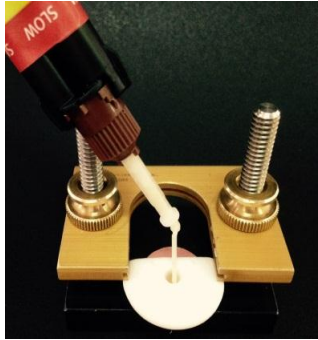


Fig. 15 Colocación de Paracore



Fig. 16 Fotopolimerización

Del mismo modo se procedió a realizar las muestras de la resina fluida Dyad Flow, se fijó la muestra con el aditamento Ultradent, se colocó la resina fluida y se fotopolimerizó durante 20 seg según lo indica el fabricante. (Fig. 17 y 18) Haciendo el mismo procedimiento hasta completar las 10 muestras.

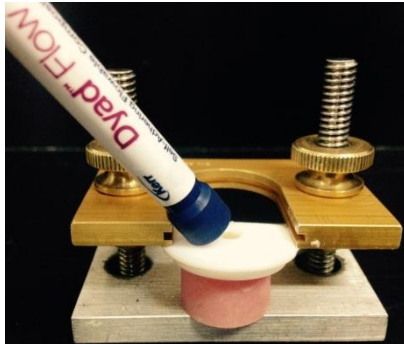


Fig. 17 Colocación de Dyad Flow

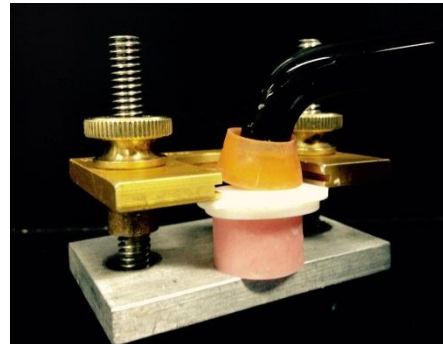


Fig. 18 Fotopolimerización

Se retiró cuidadosamente el molde de teflón obteniendo la muestra.
(Fig. 19)



Fig. 19 Obtención de la muestra

Cada grupo fue colocado en un recipiente con agua y almacenado durante 24hrs a 37°C en el horno marca Felisa. (Fig. 20, 21 y 22)



Fig. 20 Grupo de muestras Paracore



Fig. 21 Grupo de muestras Dyad Flow



Fig. 22 Horno marca Felisa

24 hrs después se sacaron las muestras del horno y se prosiguió a realizar en cada grupo las pruebas de fuerza de adhesión por resistencia al cizallamiento, en la maquina universal de pruebas mecánicas marca INSTRON MODELO 5567 a una velocidad de 1mm por minuto.

Cada muestra se colocó en un soporte de acero inoxidable donde sobresalía el botón de cemento, la cizalla fue colocada en el límite entre la resina SR Adoro y el cemento, con la finalidad de medir la fuerza de adhesión hasta su desprendimiento total. (Fig. 23 y 24)



Fig. 23 Colocación de la muestra en maquina INSTRON

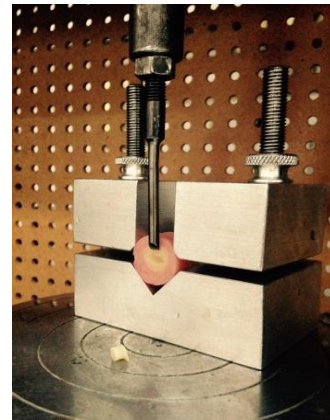
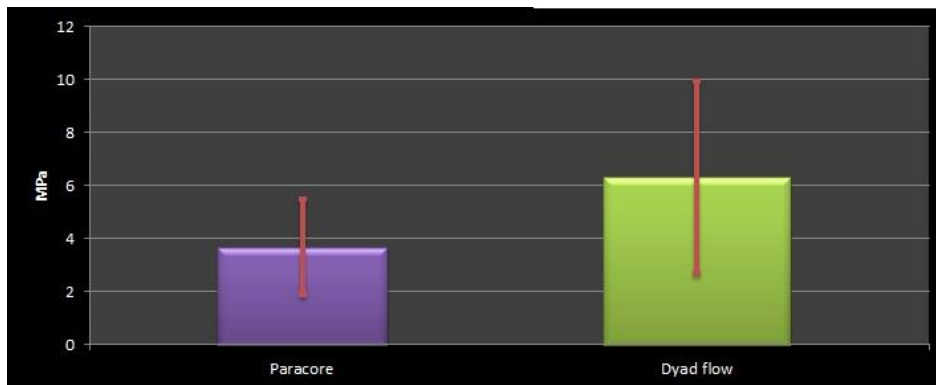


Fig. 24 Desprendimiento de la muestra



X. RESULTADOS.

Los resultados obtenidos fueron analizados mediante una prueba parida llamada t-student con 95% de confiabilidad.



Como se muestra en la gráfica el grupo de *DYAD FLOW* obtuvo las mejores características en cuanto a adhesión a restauraciones a base de resina se refiere, teniendo un promedio de 6.353 MPa, una desviación estándar de 3.632 MPa y un coeficiente de variación de 1.149 MPa, con una diferencia estadística de -5.372 MPa con respecto al *PARACORE* que obtuvo un promedio de 3.706 MPa, una desviación estándar de 1.906 MPa y un coeficiente de variación de 0.603 MPa.



XI. CONCLUSIONES.

En base a los resultados obtenidos se concluye que:

El sistema de resina fluida auto-adherente Dyad Flow de la casa comercial Kerr obtuvo mejores resultados que el cemento de resina de polimerización dual Paracore de la casa comercial coltene.

Los resultados obtenidos fueron diferentes a los esperados, en el cual se rechaza la hipótesis de trabajo y se acepta la hipótesis nula que dice que el cemento de resina Paracore tendrá menor fuerza de adhesión que la resina fluida auto-adherente Dyad Flow.

Cabe destacar que las pruebas de adhesión de este estudio fueron hechas hacia la restauración a base de resina, por lo tanto, el acondicionamiento que se le dio a la restauración, es el que nos indica el fabricante de cada cemento utilizado.



XII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.

1. Baratieri LN, Canabarro S, Lopes GC, Ritter AV. Effect of resin viscosity and enamel beveling on the clinical performance of class V composite restorations: three-year results. *Oper Dent* 2003.
2. Roulet JF, Degranfe M. Adhesion. The silent revolution in Dentistry. Berlín, Germany: Quintessence Publishing; 2000.
3. Camps-Aleman I. Evolución de la adhesión a dentina. *Av Odontoestomatol.* 2004;20:11-17.
4. Baratieri L.N. Estetica, Restauraciones adhesivas directas en dientes anteriores fracturados. 1ª ed. Editorial Amolca, 2005.
5. Buonocore MG. A simple method of increasing the adhesion of acrylic filling materials to enamel surfaces. *J Dent Res.* 1955.
6. Bowen R.L. Dental Filling Material Comprising vinyl silane treated fused silica and a binder consisting of a reaction product of bisphenol and glycidyl acrylate. U.S.Patent. Nov. 1962.
7. Bowen R.L.: Use of epoxy resins to restorative materials" *J. Dent.Res;* 35
8. Kenneth J Anusavice, Ciencia de los Materiales Dentales. 11ª ed. España, Editorial Elsevier 2004.



9. Crispin B.J. Adhesión de resina a la estructura dentaria. En Bases prácticas de la Odontología Estética. Masson. 1998.
10. Fleming S, Khan O, Afzal W.M, Palin F.J. Investigation of polymerization shrinkage strain, associated cuspal movement and microleakage of MOD cavities restored incrementally whit resin-based composite using an LED light curing unit, Journal of Dentistry Vol.35 2007.
11. Rincon F, Defren G. Efectividad de los adhesivos de autograbado sobre el esmalte dental. RAAO Vol. 2 2008.
12. Steenbecker O, Garone W, Da Souza C, Echeverria J, Núñez N, Principios y bases de los materiales en operatoria dentalestetica y adhesiva: propiedades, principios y fundamentos. 1ª ed. Chile, Editorial Universidad de Valparaiso, 2006.
13. De Munck J, Van Landuyt K, Peumans M, Poitevin A, Lambrechts P, Braem M, Van Meerbeek B. A critical review of the durability of adhesion to tooth tissue: methods and results. J Dent Res 2005
14. García Barbero J, Kessler Nieto. Patología y Terapéutica Dental. Madrid: Ed. Síntesis; 1997
15. Asmussen E, Peutzfeldt A. Resin composites: strength of the bond to dentin versus surface energy parameters. Dent Mater 2005



16. Wu W, Nancollas GH. The relationship between surface free-energy and kinetics in the mineralization and demineralization of dental hard tissue. *Adv Dent Res* 1997.
17. O'Brien WJ. *Dental Materials and their selection*. Chicago: Quintessence; 1997.
18. Macchi RL. *Materiales dentales*. Buenos Aires: Médica Panamericana; 2007.
19. Toledano M, Osorio R, Perdigao J, Rosales JI, Thompson JY, Cabrerizo-Vilchez MA. Effect of acid etching and collagen removal on dentin wettability and roughness. *J Biomed Mater Res* 1999.
20. Bowen RL. Compatibility of various materials with oral tissues. I: The components in composite restorations. *J Dent Res* 1979.
21. Van Meerbeek B, De Munck J, Yoshida Y, Inoue S, Vargas M, Vijay P, Van Landuyt K, Lambrechts P, Vanherle G. Buonocore memorial lecture. Adhesion to enamel and dentin: current status and future challenges. *Oper Dent* 2003
22. Swift E., Perdigao J., Heymann H. "Bonding to enamel and dentin: A brief history and state of the art, 1995". *Quintessence International* 26 (2). 1995.
23. Watson V. et.al. "Adhesión estado actual". *Acta Odontológica Venezolana*. 34(1) 1996.



24. Kugel G, Ferrari M. The science of bonding: from first to sixth generation. J Am Dent Assoc 2000

25. Perdigão J, Geraldeli S, Hodges J. Total-etch versus selfetch adhesive: effect on postoperative sensitivity. J Am Dent Assoc 2003;